KURS

„ BIOLOGIA POD KLUCZ”

METABOLIZM, CZĘŚĆ III

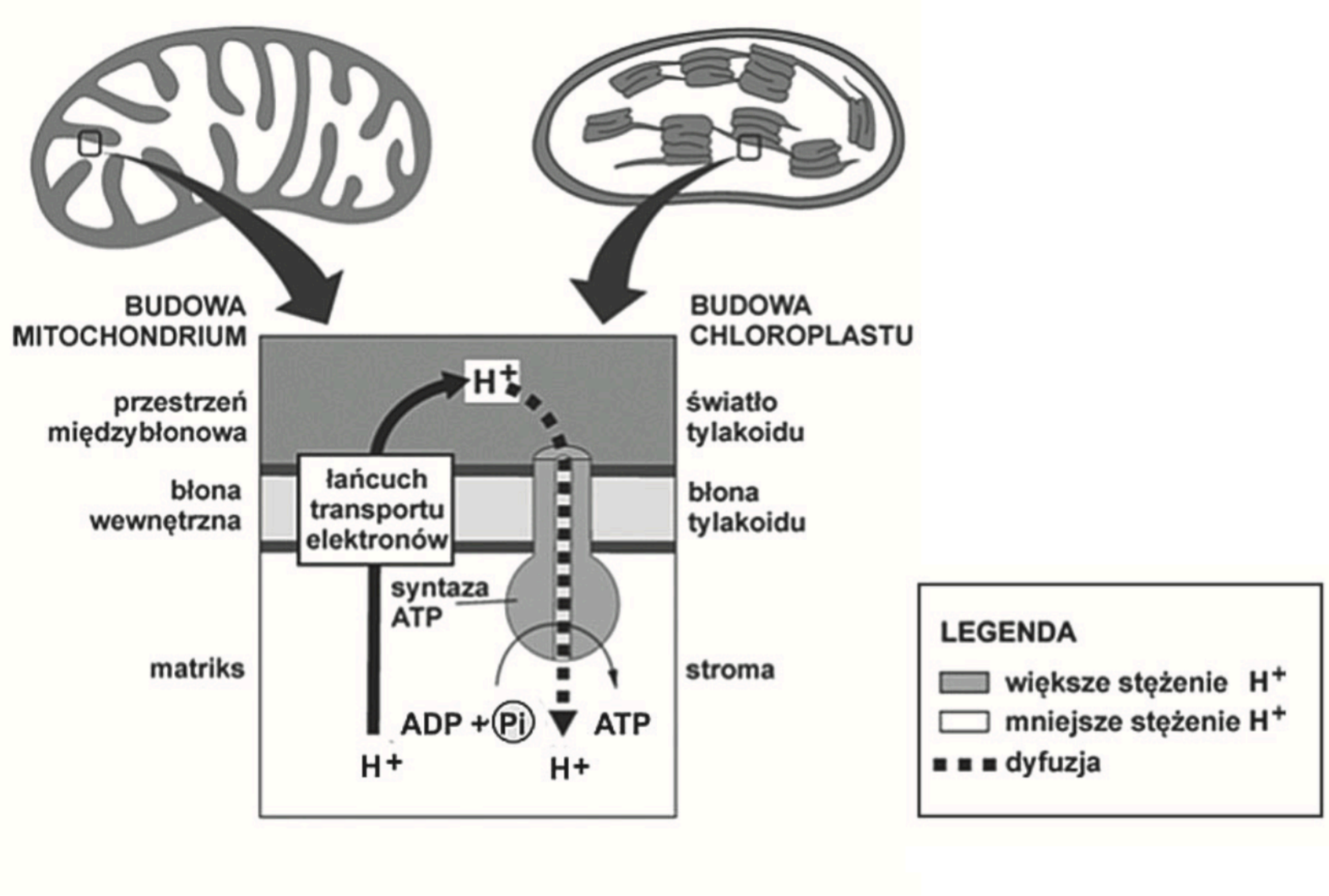
Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór” i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

ZADANIE 1.

Zadanie 1.

Mitochondria i chloroplasty pochodzą najpewniej od bakterii żyjących samodzielnie, które zostały pobrane do wnętrza komórki przodka organizmów eukariotycznych, ale nie zostały strawione. W obydwu organellach dochodzi do syntezy ATP. Zgodnie z modelem chemiosmozy, dzięki transportowi elektronów przez przenośniki związane z błoną, protony (H^+) są przepompowywane na jej drugą stronę: w mitochondriach z matriks do przestrzeni międzybłonowej, a w chloroplastach — ze stromy do wnętrza (światła) tylakoidu. W błonę wbudowany jest enzym — syntaza ATP, który wykorzystuje do swojego działania powstałą różnicę stężeń H^+. Źródła elektronów, przechodzących przez przenośniki łańcucha transportu elektronów, są różne w mitochondriach i w chloroplastach, ale istota procesu chemiosmozy jest taka sama w obydwu organellach — co przedstawiono na poniższym schemacie

ZADANIE 1.


BUDOWA MITOCHONDRIUM
BUDOWA CHLOROPLASTU
przestrzeń międzybłonowa
błona wewnętrzna
matriks
światło tylakoidu
błona tylakoidu
stroma
H+
łańcuch transportu elektronów
syntaza ATP
ADP + Pi
ATP
H+
H+
LEGENDA
większe stężenie H+
mniejsze stężenie H+
dyfuzja

ZADANIE 1.

Zadanie 1.1. (0-1)

Określ, czy transport protonów (H^+) z matriks mitochondrium i stromy chloroplastu jest aktywny, czy – bierny. Odpowiedź uzasadnij, korzystając z przedstawionych informacji.

1 p. – za określenie, że transport protonów jest aktywny z uzasadnieniem uwzględniającym źródło energii koniecznej do jego zachodzenia lub kierunek transportu od stężenia niższego do wyższego.

- Transport protonów ze stromy chloroplastów i matriks mitochondriów jest transportem aktywnym, ponieważ zachodzi przy udziale energii uwalnianej podczas transportu elektronów.
- Transport H^+ ze stromy chloroplastów i matriks mitochondriów jest aktywny, ponieważ zachodzi w kierunku od stężenia niższego do stężenia wyższego.

Często występowały rozwiązania, w których zdający poprawnie określali rodzaj transportu, ale nieprawidłowo uzasadniali swoją odpowiedź, odnosząc się jedynie do ogólnej definicji transportu aktywnego i **nie uwzględniając procesu chemiosmozy**, np. transport protonów jest aktywny, ponieważ zachodzi przy udziale energii. Nie określali, skąd pochodzi energia w tym procesie – **nie odnosili się do energii uwalnianej podczas transportu elektronów przez białka przenośnikowe.**

ZADANIE 1.

Zadanie 1.2. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego zbyt wysoka temperatura może doprowadzić do zatrzymania syntezy ATP w mitochondriach i chloroplastach.

1 p. – za wyjaśnienie uwzględniające wpływ wysokiej temperatury na strukturę i aktywność białek/ enzymów odpowiedzialnych za syntezę ATP lub transport elektronów.

Zbyt wysoka temperatura może doprowadzić do zahamowania syntezy ATP w chloroplastach lub mitochondriach ze względu na:

- denaturację enzymu syntazy ATP/zniszczenie struktury przestrzennej syntazy ATP i następnie utratę jego aktywności.
- denaturację białek w błonie mitochondrialnej uczestniczących w transporcie elektronów (cytochromów/ kompleksów enzymatycznych) i następnie zahamowanie transportu elektronów.

Zbyt wysoka temperatura może doprowadzić do zahamowania syntezy ATP w chloroplastach lub mitochondriach ze względu na denaturację enzymu syntazy ATP czyli zniszczeniu jego struktury przestrzennej, co skutkuje utratą jego aktywności.

ZADANIE 1.

Zadanie 1.3. (0-1)

Na podstawie podanych informacji oceń prawdziwość stwierdzenia: „Synteza ATP w mitochondriach i chloroplastach zachodzi bezpośrednio w procesie przepompowywania protonów (H^+) podczas transportu elektronów przez przenośniki łańcucha transportu elektronów". Odpowiedź uzasadnij.

1 p. – za poprawną ocenę stwierdzenia wraz z uzasadnieniem odwołującym się do właściwego miejsca syntezy ATP lub do funkcji łańcucha przenośników elektronów odmiennej niż synteza ATP.

- Stwierdzenie jest nieprawdziwe, ponieważ synteza ATP nie zachodzi podczas transportu elektronów a zachodzi podczas biernego transportu protonów przez kanał syntazy ATP.
- Stwierdzenie jest nieprawdziwe, ponieważ transport protonów/H^+ przez przenośniki łańcucha transportu elektronów powoduje jedynie powstanie różnicy/zwiększa różnicę stężeń tych jonów po obu stronach błony (co napędza syntazę ATP, która bezpośrednio przeprowadza syntezę ATP).
- Stwierdzenie jest nieprawdziwe, ponieważ synteza ATP zachodzi podczas transportu biernego/dyfuzji protonów/H^+ przez enzym syntazę ATP/kanał enzymu syntazy ATP/kanał ATP-azy (a nie podczas transportu elektronów).

ZADANIE 1.

Zadanie 1.4. (0-1)

Podaj jeden przykład powiązania procesów metabolicznych zachodzących w chloroplastach z metabolizmem mitochondriów tej samej komórki roślinnej.

1 p. – za wykazanie powiązania między procesami metabolicznymi zachodzącymi w chloroplastach i w mitochondriach z uwzględnieniem co najmniej jednej z następujących zależności: „produkty–substraty”, „gromadzenie energii–uwalnianie energii”, „anabolizm–katabolizm”.

- Powstający jako produkt uboczny fotosyntezy tlen jest substratem oddychania tlenowego przeprowadzanego w mitochondriach.
- W chloroplastach w procesie fotosyntezy powstaje glukoza/cukier prosty/cukry/tlen, który może być substratem w oddychaniu tlenowym w mitochondriach.
- W mitochondriach w oddychaniu tlenowym powstaje dwutlenek węgla/woda, która jest wykorzystywana w procesie fotosyntezy w chloroplastach.
- W chloroplastach wytwarzane są związki zasobne w energię, z których jest ona uwalniana podczas procesów zachodzących w mitochondriach.
- W procesach anabolicznych zachodzących w chloroplastach powstają produkty, które są substratami w procesach katabolicznych zachodzących w mitochondriach.

ZADANIE 2.

Zadanie 2.

Na rysunku przedstawiono budowę mitochondrium.



Zadanie 2.1. (0-1)

Wybranym elementom budowy mitochondriom (A—C) przyporządkuj po jednym z procesów (1-4), jakie w nich zachodzą. Wpisz odpowiednie numery w wyznaczone miejsca.

Elementy budowy mitochondrium	**Procesy**
A. grzebień mitochondrialny	1. glikoliza
B. macierz mitochondrialna	2. łańcuch oddechowy
C. rybosomy	3. cykl kwasu cytrynowego
	4. synteza białka

A. 2 B. 3 C. 4

ZADANIE 2.

Zadanie 2.2. (0-1)

Wybierz z poniższych (A—D) i zaznacz etap oddychania tlenowego, w którym powstaje najwięcej cząsteczek ATP w przeliczeniu na jedną cząsteczkę utlenionej glukozy.

A. glikoliza

B. powstawanie acetylo-CoA (reakcja pomostowa)

C. cykl kwasu cytrynowego (cykl Krebsa)

D. łańcuch transportu elektronów (łańcuch oddechowy)

ZADANIE 3.

Zadanie 3. (0-1)

Zwierzęta w hibernacji, noworodki i ssaki przystosowane do życia w niskich temperaturach wytwarzają ciepło dzięki tzw. białkom rozprzęgającym. Białka te występują licznie w błonie grzebieni mitochondriów komórek brunatnej tkanki tłuszczowej, gdzie tworzą kanały jonowe. Aktywne białka rozprzęgające transportują protony z przestrzeni międzybłonowej do macierzy mitochondrialnej, uwalniając jednocześnie energię gradientu protonowego w postaci ciepła. Skutkiem ubocznym jest zmniejszenie wydajności powstawania ATP z udziałem syntazy ATP.

Wyjaśnij, odnosząc się do mechanizmu fosforylacji oksydacyjnej, dlaczego obecność aktywnego białka rozprzęgającego w błonie wewnętrznej mitochondrium komórek brunatnej tkanki tłuszczowej jest przyczyną zmniejszenia wydajności powstania ATP z udziałem syntazy ATP.

1 p. – za poprawne wyjaśnienie, odnoszące się do wykorzystywania gradientu protonowego zarówno przez białko rozprzęgające, jak i syntazę ATP.

- Białko rozprzęgające do wytwarzania ciepła wykorzystuje gradient protonowy, który jest także wykorzystywany przez syntazę ATP, a więc synteza ATP jest mniej wydajna.
- Ponieważ część protonów przepłynie przez kanały jonowe białek rozprzęgających, a nie przez kanał syntazy ATP.

Uwagi: Alternatywna nazwa białka rozprzęgającego to termogenina. Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do całkowitego braku syntezy ATP.

ZADANIE 3.



W zadaniu 3. (poziom wykonania zadania – 25%) należało wyjaśnić, dlaczego obecność aktywnego białka rozprzęgającego w błonie wewnętrznej mitochondrium komórek brunatnej tkanki tłuszczowej jest przyczyną zmniejszenia wydajności powstawania ATP. Mimo szczegółowej informacji w tekście dotyczącej roli białka rozprzęgającego w błonie wewnętrznej mitochondrium i wskazówki w poleceniu, że w odpowiedzi należy odnieść się do mechanizmu fosforylacji oksydacyjnej, zdający nie potrafili powiązać nowych informacji zawartych w tekście źródłowym z posiadaną wiedzą dotyczącą przemian energii w komórce.

Nie dostrzegali, że część protonów przepływa przez kanały jonowe białek rozprzęgających, a nie przez kanały syntazy ATP, i dlatego powstanie mniej ATP.

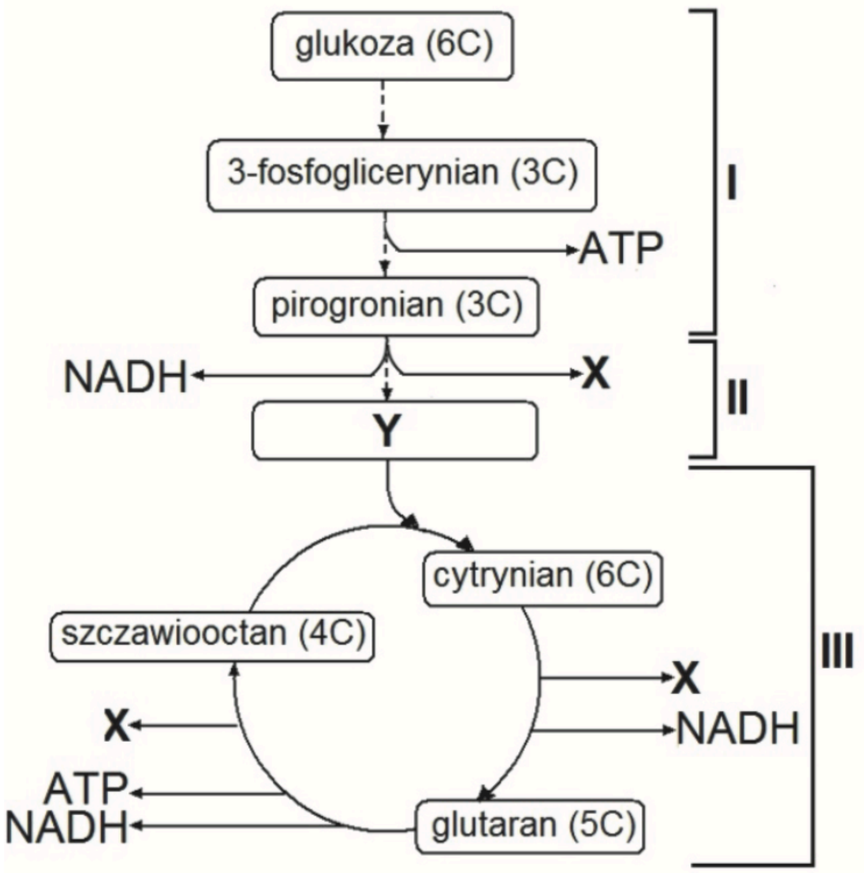
Nie rozumieli, że jest to inny szlak przepływu protonów, w którym nie zachodzi fosforylacja, a energia gradientu protonowego jest rozpraszana w postaci ciepła.

Najczęstsze nieprawidłowe odpowiedzi sugerowały jednak, że zamiast ATP będzie powstawać energia cieplna albo też, że ATP wytworzone przez syntazę ATP jest wykorzystywane przez białko rozprzęgające do transportu protonów do matriks w celu wytwarzania ciepła

ZADANIE 4.

Zadanie 4.

Na schemacie w sposób uproszczony przedstawiono wybrane etapy tlenowego oddychania komórkowego.



ZADANIE 4.

Zadanie 4.1. (0-1)

Podaj nazwy związków chemicznych oznaczonych na schemacie literami X i Y.

X. – **dwutlenek węgla / tlenek węgla(IV) / CO_2** Y. – **acetylo-CoA**

Zadanie 4.2. (0-1)

Uzupełnij tabelę, w której określisz lokalizację w komórce wskazanych na schemacie etapów oddychania tlenowego (I—III).

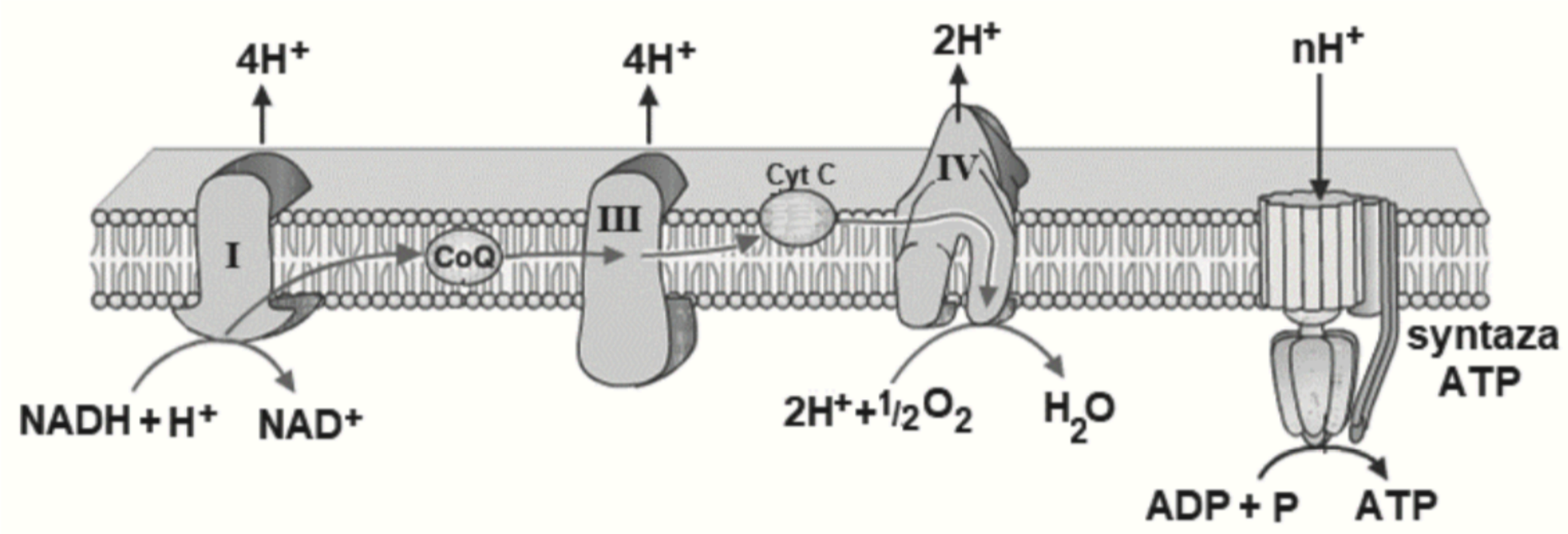
Etapy oddychania	Lokalizacja w komórce
I	**cytozol**
II	**macierz mitochondrialna / matriks mitochondrium**
III	**macierz mitochondrialna / matriks mitochondrium**

Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi „cytoplazma” w etapie I oraz „mitochondrium” w etapach II i III.

ZADANIE 5.

Zadanie 5.

Na schemacie przedstawiono strukturę i funkcjonowanie łańcucha oddechowego.



Na podstawie: https://d1yboe6750e2cu.cloudfront.net/i/0fef08daa1f60f450ef6969da514d770456bedf8

ZADANIE 5.

Zadanie 5.1. (0-1)

Określ lokalizację białkowych kompleksów łańcucha oddechowego w komórce prokariotycznej i komórce eukariotycznej. W miejsce wyznaczone przy każdym rodzaju komórki (A–B) wpisz numer właściwej struktury wybrany spośród 1.–5.

Rodzaj komórki

A. prokariotyczna: **2** B. eukariotyczna: **5**

Lokalizacja białkowych kompleksów łańcucha oddechowego

1. zewnętrzna błona mitochondrium
2. błona komórkowa
3. cytozol
4. nukleosom
5. wewnętrzna błona mitochondrium

ZADANIE 5.

Zadanie 5.2. (0-1)

Wykaż związek między działaniem kompleksów białkowych łańcucha oddechowego, oznaczonych na schemacie cyframi I, III i IV, a działaniem syntazy ATP.

1 p. – za wykazanie związku uwzględniającego rolę kompleksów białkowych łańcucha oddechowego w wytworzeniu gradientu stężeń protonów H^+ w poprzek wewnętrznej błony mitochondrium, warunkującego działanie syntazy ATP lub warunkującego syntezę ATP.

- **Te trzy kompleksy** pompują (transportują) jony H^+ na drugą stronę błony / do przestrzeni międzybłonowej, wytwarzając w ten sposób gradient (elektrochemiczny) protonów, który umożliwia działanie syntazy ATP.
- **Z udziałem kompleksów białkowych I, III i IV** zachodzi transport aktywny protonów / H^+ do przestrzeni międzybłonowej, a powrót protonów z przestrzeni międzybłonowej do matriks warunkuje działanie syntazy ATP.
- Przepływ elektronów przez **te trzy kompleksy białkowe** powoduje wypompowanie protonów z matriks mitochondrialnej i prowadzi do tworzenia się potencjału błonowego. Przepływ protonów z powrotem do matriks przez kanał w syntazie ATP umożliwia syntezę ATP.
- Dzięki działalności **kompleksów białkowych I, III i IV** łańcucha oddechowego możliwe jest zachowanie (właściwego) gradientu protonów po obu stronach błony, co umożliwia syntezę ATP z ADP.

ZADANIE 5.



Zadanie 5.3. (0-2)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące funkcjonowania łańcucha oddechowego są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

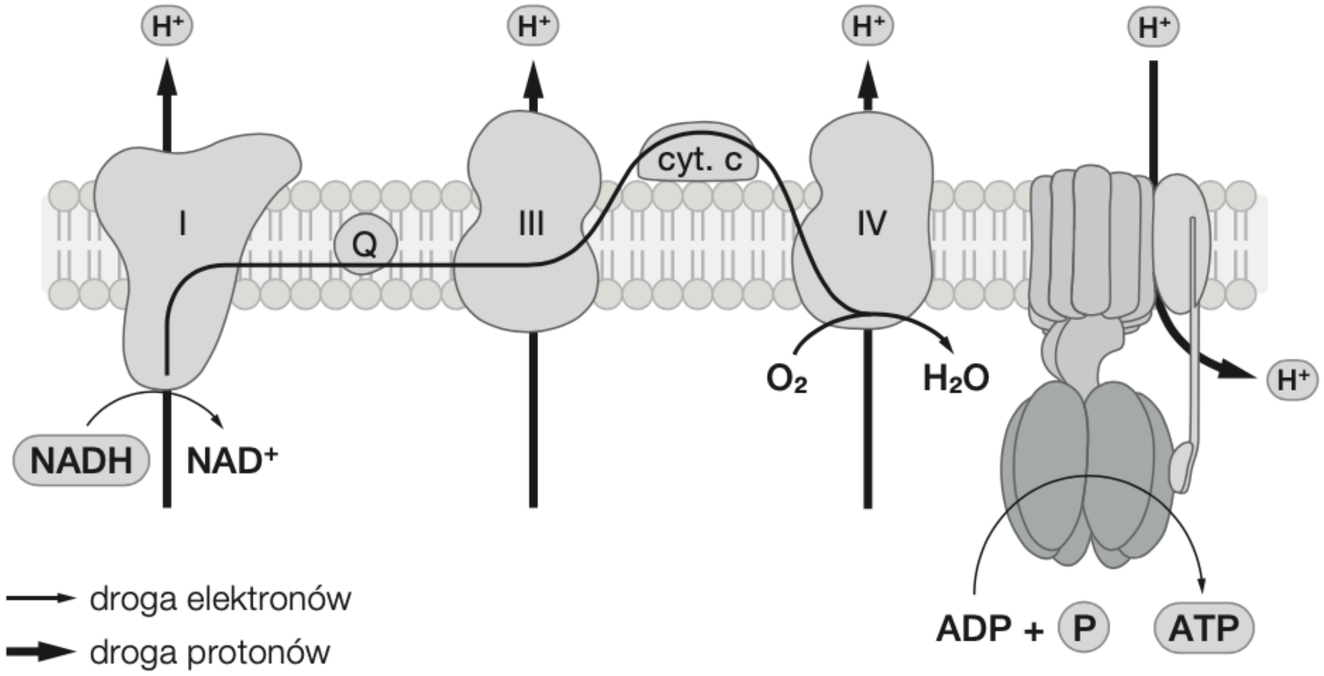
1.	NADH + H^+ oddaje elektrony kompleksom białkowym łańcucha oddechowego, w wyniku czego utlenia się do NAD^+.	**P**	**F**
2.	Kompleksy białkowe łańcucha oddechowego są uszeregowane na schemacie według wzrastającego powinowactwa do elektronów.	**P**	**F**
3.	Ostatecznym akceptorem elektronów i protonów przenoszonych w łańcuchu oddechowym jest woda.	**P**	**F**

ZADANIE 6.

Zadanie 6.

W skład łańcucha oddechowego wchodzą m.in. cytochromy (np. cytochrom c). Są to białka enzymatyczne, w których grupę niebiałkową stanowi hem. Zawiera on w swojej strukturze jon żelaza, który ma zdolność przyjmowania i oddawania elektronów. Dzięki temu może przechodzić z formy utlenionej (Fe^{3+}) do formy zredukowanej (Fe^{2+}) oraz z formy zredukowanej do formy utlenionej.

Na schemacie przedstawiono fragment łańcucha oddechowego.



ZADANIE 6.

Zadanie 6.1. (0-1)

Na podstawie przedstawionych informacji i własnej wiedzy wykaż, że niedobór żelaza w organizmie człowieka może niekorzystnie wpływać na procesy zachodzące w łańcuchu oddechowym.

1 p. – odpowiedź poprawną odnoszącą się do niedoboru żelaza i związanej z tym małej ilości wytwarzanych cząsteczek hemu, uczestniczących w transporcie elektronów wzdłuż błony wewnętrznej mitochondrium.

- W wyniku niedoborów żelaza zostanie wytworzona mniejsza liczba cząsteczek hemu, który stanowi grupę niebiałkową cytochromów. Niedobór cząsteczek hemu spowoduje, że mniejsza liczba cytochromów będzie uczestniczyć w transporcie elektronów wzdłuż łańcucha oddechowego i będzie on zaburzony.

ZADANIE 5.

Zadanie 6.2. (0-2)

Oceń, czy podane informacje dotyczące łańcucha oddechowego są prawdziwe. Zaznacz literę P, jeśli informacja jest prawdziwa, lub literę F – jeśli jest fałszywa.

1.	Białka łańcucha oddechowego znajdują się w wewnętrznej błonie mito-chondrium.	**P**	**F**
2.	W łańcuchu oddechowym NADH ulega utlenieniu, a tlen – redukcji.	**P**	**F**
3.	Białka łańcucha oddechowego są uszeregowane zgodnie z malejącym potencjałem oksydoredukcyjnym.	**P**	**F**

ZADANIE 6.

Zadanie 6.3. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego uszkodzenie przedstawionej na schemacie błony mitochondrialnej doprowadzi do zahamowania syntezy ATP.

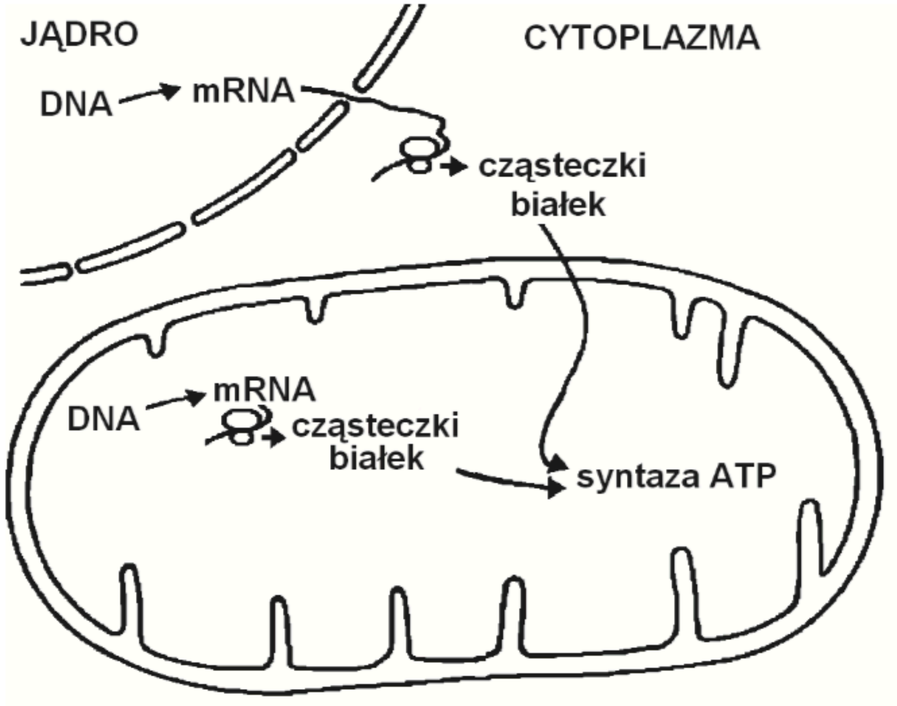
1p – za odpowiedź odnoszącą się do uszkodzenia wewnętrznej błony mitochondrium i związanego z tym zaniku gradientu stężeń protonów niezbędnego do aktywności enzymu syntazy ATP.

- Uszkodzenie błony mitochondrialnej spowoduje brak powstania gradientu protonowego, który jest niezbędny do działania syntazy ATP, skutkiem czego będzie zatrzymanie syntezy ATP.
- Uszkodzenie wewnętrznej błony mitochondrium spowoduje swobodny przepływ protonów / jonów H^+ i wyrównanie ich stężeń po obu jej stronach. W konsekwencji zaniknie siła napędowa syntazy ATP, czyli gradient stężeń protonów / jonów H^+ i nie powstanie ATP.
- Uszkodzenie błony wewnętrznej mitochondrium uniemożliwi powstanie gradientu protonowego (protony będą swobodnie wracać do matrix) i nie dojdzie do aktywacji syntazy ATP, przez co ATP nie będzie produkowane.

ZADANIE 7.

Zadanie 7.

Jednym z najważniejszych enzymów mitochondrialnych jest syntaza ATP: kompleks białek, dzięki któremu w procesie fosforylacji oksydacyjnej powstaje ATP. Na schemacie przedstawiono mitochondrium oraz lokalizację materiału genetycznego zawierającego informację o budowie podjednostek syntazy ATP, a także miejsca ich syntezy i składania.



ZADANIE 7.

Zadanie 7.1. (0-1)

Zaznacz wśród wymienionych elementów budowy mitochondriom ten, w którym występuje aktywna syntaza ATP.

A. błona zewnętrzna

B. przestrzeń międzybłonowa

C. **błona wewnętrzna**

D. matriks (macierz)

Zadanie 7.2. (0-1)

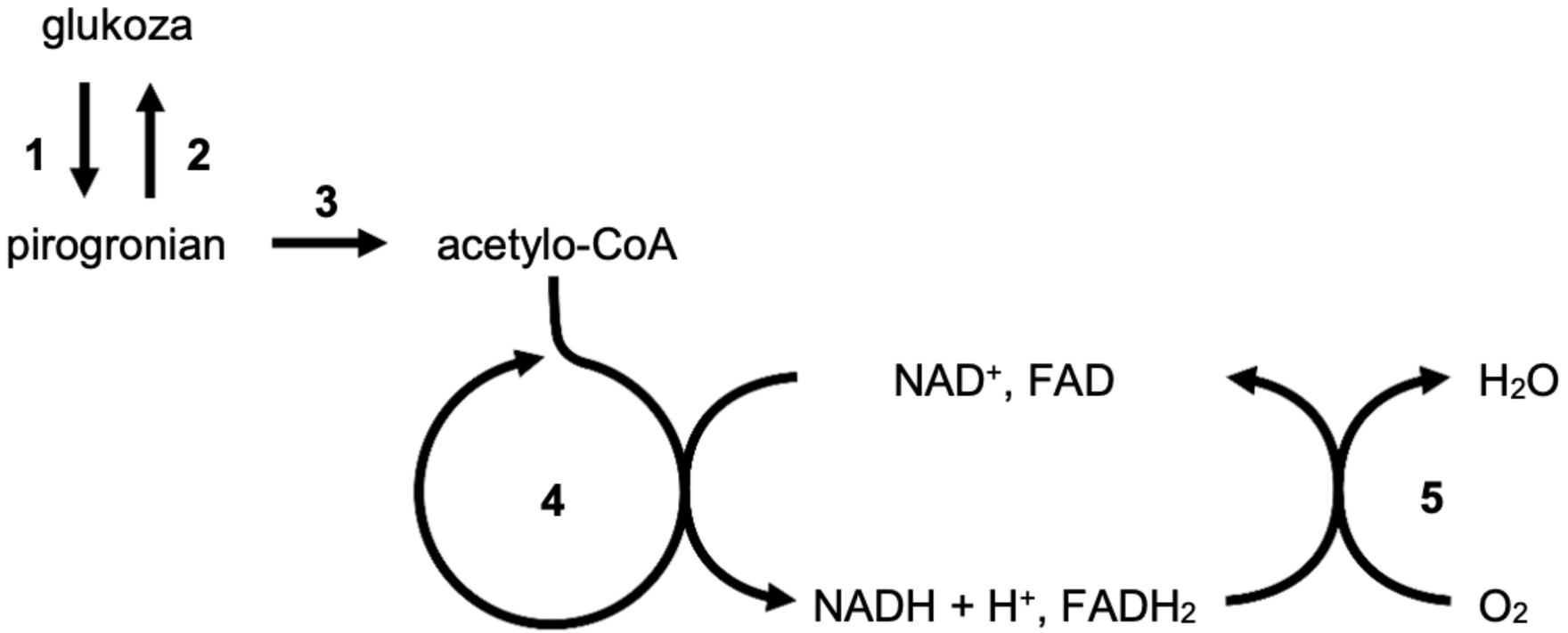
Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały one informacje prawdziwe. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

Przez kanał utworzony z podjednostek syntazy ATP (*elektrony* / ***protony***) powracają do (***matriks*** / *przestrzeni międzybłonowej*). Ich przepływ przez kanał syntazy ATP sprawia, że możliwe jest przyłączenie reszty fosforanowej do (*ATP* / ***ADP***).

ZADANIE 8.

Zadanie 8.

Na poniższym schemacie przedstawiono wybrane procesy (1–5) zachodzące w komórce zwierzęcej. Uwaga: Nie uwzględniono części substratów i produktów poszczególnych przemian oraz stechiometrii przedstawionych reakcji.



ZADANIE 8.

Zadanie 8.1. (0-2)

Uzupełnij tabelę – podaj nazwę oraz określ lokalizację w komórce każdego z etapów oddychania tlenowego oznaczonych na schemacie numerami 1 oraz 5.

Oznaczenie etapu oddychania tlenowego ze schematu	Nazwa etapu	Lokalizacja etapu w komórce
1	glikoliza / szlak Embdena-Meyerhofa-Parnasa	cytozol / cytoplazma podstawowa / hialoplazma
5	łańcuch oddechowy / łańcuch transportu elektronów / utlenianie końcowe / fosforylacja oksydacyjna	mitochondrium / grzebienie mitochondrialne / (wewnętrzna) błona mitochondrium / wnętrze mitochondrium

Uwaga: Nie uznaje się zbyt ogólnej odpowiedzi „cytoplazma” jako lokalizacji etapów 1 i 5.

ZADANIE 8.

W zadaniu 8.1. należało podać nazwy dwóch etapów oddychania tlenowego zaznaczonych na schemacie cyframi 1 oraz 5 oraz określić ich lokalizację w komórce. Najczęściej zdający podawali prawidłowe nazwy etapów (1 – glikoliza, 5 – łańcuch oddechowy), ale popełniali błąd, określając lokalizację glikolizy.

Prawidłowa lokalizacja to „cytozol”, natomiast odpowiedź „cytoplazma” uznawana była za zbyt ogólną.

Cytoplazma to otoczone błoną komórkową wnętrze komórki z wyłączeniem jądra komórkowego. Zatem zarówno cytozol, jak i mitochondria są składnikami cytoplazmy.

W zadaniu pytano o dwa etapy oddychania, które mają rozłączną lokalizację w komórce (cytozol i mitochondria), **dlatego rozróżnienie cytoplazmy i cytozolu było kluczowe do prawidłowego rozwiązania zadania.**

ZADANIE 8.

Zadanie 8.2. (0-2)

Określ pozostałe produkty przemian metabolicznych oznaczonych na schemacie numerami 2–4. W odpowiednie pola tabeli wpisz literę T (tak), jeśli bezpośrednim produktem danej przemiany jest ATP lub CO_2, albo N (nie) – jeśli nim nie jest.

Oznaczenie przemiany ze schematu	Produkty	
	ATP	CO_2
2	N	N
3	N	T
4	N (T)	T

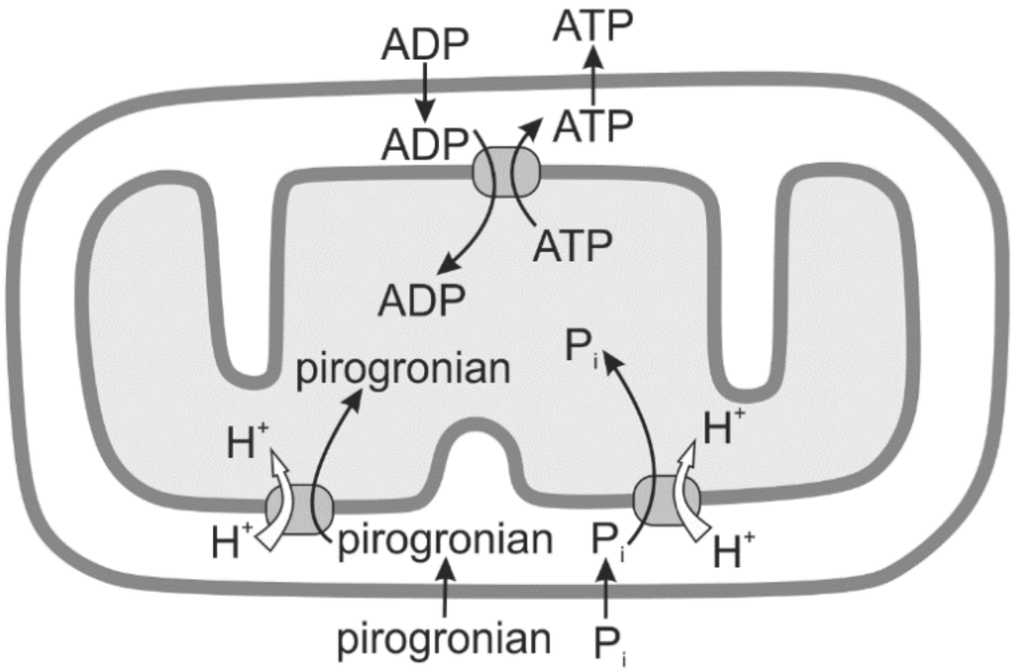
Uwaga: Uznaje się odpowiedzi wskazujące na produkcję ATP w przemianach oznaczonych cyfrą 4 (cykl Krebsa). Bezpośrednim produktem cyklu Krebsa jest GTP (inny przenośnik energii), ale może on być następnie wykorzystywany do syntezy ATP.

ZADANIE 9.

Zadanie 9.

W komórkach eukariotycznych gradient protonowy jest wykorzystywany zarówno do syntezy ATP, jak i do transportu niektórych metabolitów przez wewnętrzną błonę mitochondrialną.

Na poniższym schemacie przedstawiono proces transportu pirogronianu i kwasu ortofosforowego (P_i).



ZADANIE 9.

Zadanie 9.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby w poprawny sposób opisywały powstawanie gradientu protonowego w mitochondriach. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Elektrony pochodzące ze zredukowanych podczas cyklu Krebsa dinukleotydów – NADH oraz $FADH_2$ – są przenoszone na cząsteczkę (*dwutlenku węgla* / ***tlenu***) poprzez łańcuch przenośników elektronów związanych z (***wewnętrzną*** / *zewnętrzną*) błoną mitochondrialną. Energia uwolniona podczas przepływu elektronów przez łańcuch oddechowy jest wykorzystywana do transportu protonów, które przemieszczają się w kierunku ich (*mniejszego* / ***większego***) stężenia do przestrzeni międzybłonowej mitochondrium, gdzie panuje (***niższe*** / *wyższe*) pH niż w matriks mitochondrium.

ZADANIE 9.

Zadanie 9.2. (0-1)

Uzasadnij, że dla efektywnego zachodzenia procesów oddychania wewnątrzkomórkowego konieczny jest ciągły transport kwasu ortofosforowego (Pi) oraz ADP do wnętrza mitochondrium.

1 pkt – za poprawne uzasadnienie, odnoszące się do konieczności dostarczania do mitochondrium substratów reakcji syntezy ATP (fosforylacji substratowej lub oksydacyjnej).

- Kwas ortofosforowy i ADP są substratami syntezy kolejnych cząsteczek ATP podczas fosforylacji oksydacyjnej, zachodzącej we wnętrzu mitochondrium.
- Transport kwasu ortofosforowego oraz ADP do wnętrza mitochondrium jest konieczny, gdyż stanowią one substrat do syntezy ATP w cyklu Krebsa.
- Jest to konieczne, gdyż dzięki temu możliwa jest synteza ATP, który ciągle jest uwalniany z mitochondrium.
- Pi i ADP są konieczne do syntezy ATP.

ZADANIE 9.



Zadanie 9.3. (0-1)

Uzupełnij tabelę – wpisz nazwy opisanych etapów oddychania komórkowego.

	Opis etapu oddychania komórkowego	Nazwa etapu
1.	Zachodzi w cytozolu komórki zwierzęcej, a jego produktem końcowym jest pirogronian.	**glikoliza**
2.	Zachodzi w matriks mitochondrium, a pirogronian jest jego substratem.	**reakcja pomostowa / oksydacyjna dekarboksylacja pirogronianu**

ZADANIE 10.

Zadanie 10. (0-2)

Uzupełnij poniższą tabelę tak, aby prawidłowo ilustrowała podobieństwa i różnice między fosforylacją fotosyntetyczną a fosforylacją oksydacyjną. Wpisz „TAK” we wszystkie właściwe komórki tabeli, jeśli dany proces zachodzi.

Procesy	**Fosforylacja**	
	fotosyntetyczna	**oksydacyjna**
przepływ elektronów przez kolejne przenośniki	**TAK**	**TAK**
przepływ protonów przez syntazę ATP	**TAK**	**TAK**
przekazanie elektronów na cząsteczkę tlenu		**TAK**

ZADANIE 11.



Zadanie 11.

U zwierząt podstawowymi materiałami zapasowymi, dostarczającymi substratów do procesów oddychania komórkowego, są tłuszcze właściwe i glikogen.

Tłuszcze właściwe dostarczają ponad dwukrotnie więcej energii niż węglowodany w przeliczeniu na jednostkę masy. Stanowią one główny materiał zapasowy np. u ptaków wędrownych. U zwierząt nieprzemieszczających się, takich jak ostrygi i omułki, gromadzony jest glikogen. Magazynuje go także wiele pasożytów jelitowych, m.in. glista ludzka.

Węglowodorowy łańcuch kwasu tłuszczowego ulega w mitochondriach degradacji w powtarzających się cyklach, zwanych β-oksydacją. Wynikiem każdego obrotu cyklu, oprócz powstawania $FADH_2$ i $NADH + H^+$, jest odłączenie acetylo-CoA, co skutkuje skróceniem łańcucha kwasu tłuszczowego o dwa atomy węgla.

Utlenienie jednej cząsteczki nasyconego kwasu tłuszczowego, mającego określoną liczbę atomów węgla, prowadzi do powstania o połowę mniejszej liczby cząsteczek acetylo-CoA. Ten związek może być wykorzystany także jako substrat do wytwarzania cholesterolu. Do syntezy jednej cząsteczki cholesterolu zużywanych jest 18 cząsteczek acetylo-CoA.

ZADANIE 11.

Zadanie 11.1. (0-1)

Podaj nazwy etapów oddychania komórkowego, do których zostają włączone wymienione poniżej produkty β-oksydacji.

$FADH_2$ i $NADH + H^+$:

- **łańcuch oddechowy**
- **łańcuch przenośników elektronów**
- **łańcuch transportu elektronów**
- **utlenianie końcowe**

acetylo-CoA: **cykl Krebsa (TCA – cykl kwasów trójkarboksylowych, CAC – cykl kwasu cytrynowego).**

Uwaga: Uznaje się odpowiedzi odnoszące się do redukcji pirogronianu do mleczanu (fermentacja mleczanowa) jako proces umożliwiający utlenienie NADH + H^+.

ZADANIE 11.

Zadanie 11.2. (0-1)

Określ, ile cząsteczek kwasu laurynowego, który jest nasyconym kwasem tłuszczowym o wzorze $C_{11}H_{23}COOH$, jest niezbędnych do syntezy jednej cząsteczki cholesterolu. Przedstaw obliczenia.

1 p. – za określenie, że do syntezy jednej cząsteczki cholesterolu niezbędne są trzy cząsteczki kwasu laurynowego i przedstawienie poprawnych obliczeń.

- 1 cząsteczka kwasu laurynowego = 6 cząsteczek acetylo-CoA, 18 : 6 = 3 cząsteczki tego kwasu.
- 18 x 2 = 36 (tyle atomów węgla jest potrzebnych); 36 : 12 = 3 (tyle cząsteczek kwasu laurynowego jest potrzebnych).

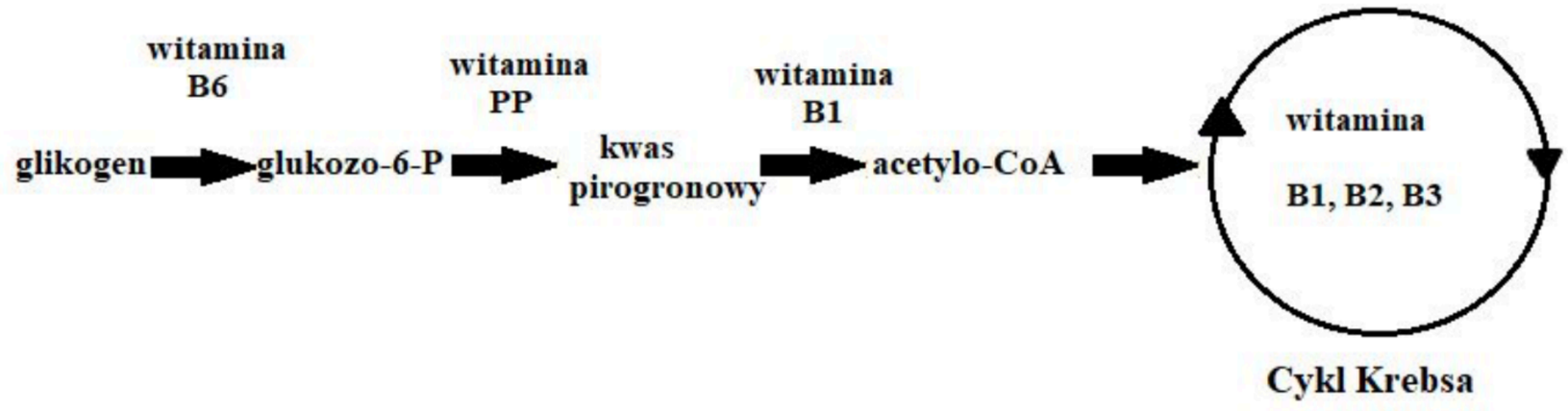
Uwaga: Uznaje się odpowiedzi bez obliczeń, ale przedstawiające prawidłowy tok rozumowania, np.: „Z jednej cząsteczki kwasu laurynowego powstanie 6 cząsteczek acetylo-CoA. Do uzyskania 18 cząsteczek acetylo-CoA trzeba więc zużyć trzy cząsteczki tego kwasu”.

ZADANIE 12.

Zadanie 12. (0-2)

W organizmie człowieka występuje kilka tysięcy różnych enzymów, przy czym większość z nich, aby spełniać swoje funkcje katalityczne wymaga połączenia z określonym składnikiem niebiałkowym, którym mogą być jony metali lub koenzymy. Wiele koenzymów to witaminy lub ich pochodne. Przebieg metabolizmu węglowodanów w dużej mierze kontrolują enzymy, których koenzymami są witaminy z grupy B lub ich pochodne

Na poniższym schemacie przedstawiono udział witamin z grupy B w niektórych etapach katabolizmu węglowodanów



ZADANIE 12.

Zadanie 12. (0-2)

Na podstawie powyższego schematu oceń, czy informacje dotyczące udziału witamin z grupy B w metabolizmie węglowodanów są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F - jeśli jest fałszywa.

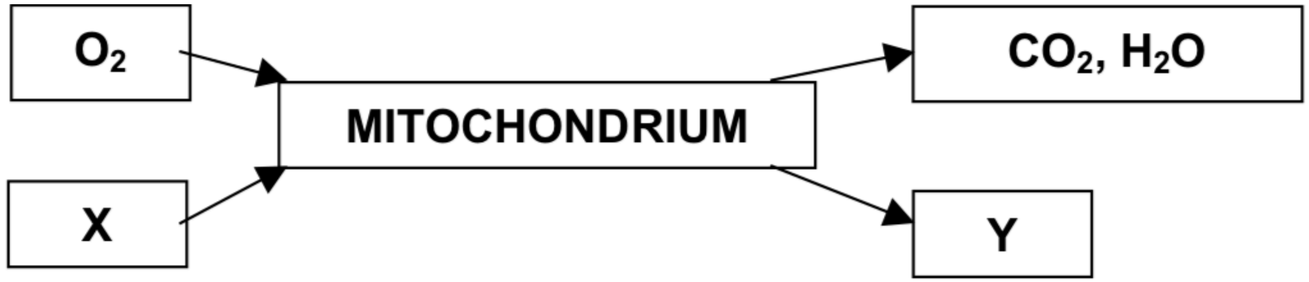
Enzymy z koenzymami w postaci witamin z grupy B:

1.	B_6 katalizują reakcje przebiegające w cytoplazmie.	**P**	**F**
2.	B_1 katalizują reakcje zachodzące w matriks mitochondrium.	**P**	**F**
3.	B_2 katalizują reakcje zachodzące wyłącznie w przestrzeni międzybłonowej mitochondrium.	**P**	**F**

ZADANIE 13.

Zadanie 13. (0-1)

Na schemacie przedstawiono substraty i produkty przemian w mitochondrium.



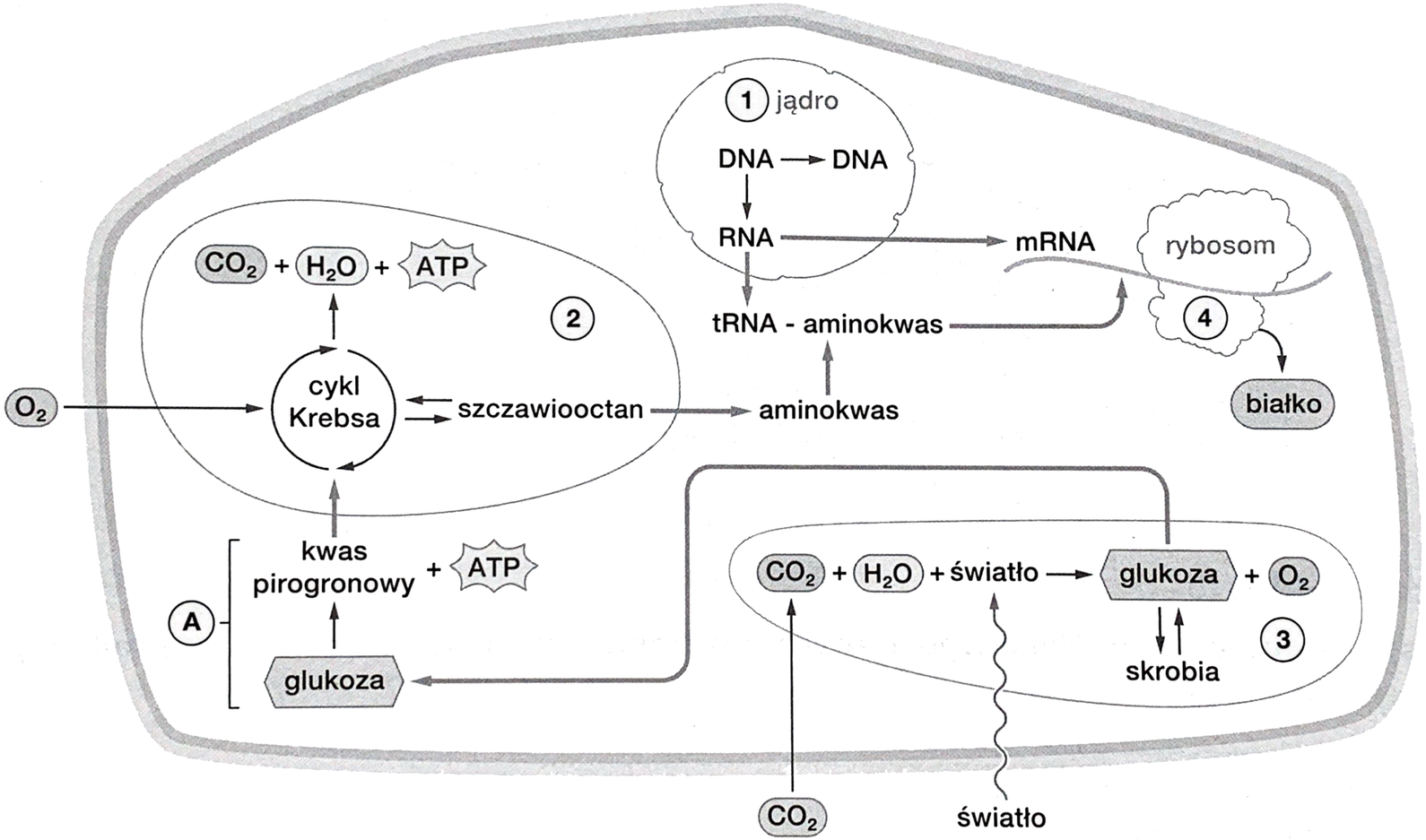
Zaznacz zestaw związków oznaczonych jako X i Y.

	X	Y
A.	ADP i P_i	glukoza i ATP
B.	kwas pirogronowy, ADP i P_i	ATP
C.	ATP	kwas pirogronowy, ADP i P_i
D.	glukoza, ADP i P_i	ATP

ZADANIE 14.

Zadanie 14.

Schemat przedstawia wybrane szlaki metaboliczne w komórce eukariotycznej.



ZADANIE 14.

Zadanie 14.1. (0-1)

Określ, jaki rodzaj komórki eukariotycznej został przedstawiony na schemacie. Uzasadnij swój wybór, odnosząc się do nazwy szlaku metabolicznego, który przebiega w charakterystycznych dla tej komórki organellach komórkowych.

1 p. – za poprawne określenie, że jest to komórka roślinna z uzasadnieniem uwzględniającym obecność chloroplastów, w których zachodzi proces fotosyntezy.

- Na schemacie została przedstawiona komórka roślinna, ponieważ ma ona chloroplasty w których przebiega / zachodzi proces fotosyntezy.

Zadanie 14.2. (0-1)

Podaj numer oraz nazwę oznaczonego na schemacie organellum komórkowego, w którym zachodzą procesy kataboliczne związane z metabolizmem węglowodanów.

1. Numer organellum komórkowego na schemacie: **2**

2. Nazwa organellum komórkowego: **mitochondrium**

ZADANIE 14.

Zadanie 14.3. (0-1)

Podaj nazwę szlaku metabolicznego oznaczonego na schemacie literą A.

glikoliza

Zadanie 14.4. (0-1)

Na podstawie schematu wskaż jeden szlak metaboliczny, który jest źródłem aminokwasów umożliwiających syntezę białek.

cykl Krebsa

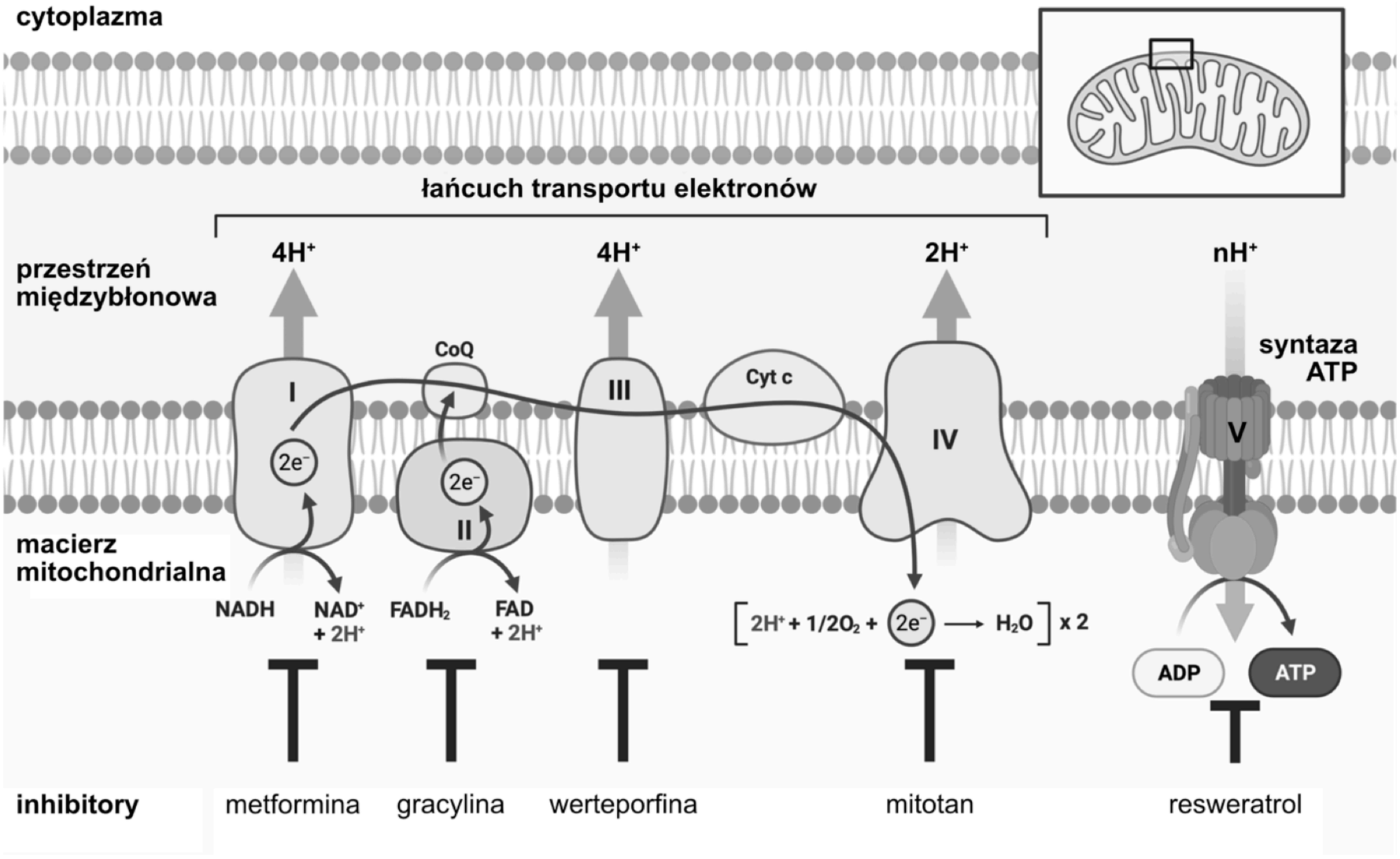
ZADANIE 15.

Zadanie 15.

W mitochondrium zachodzi synteza ATP przy udziale łańcucha transportu elektronów składającego się z czterech kompleksów (I–IV) oraz syntazy ATP (niekiedy określanej jako kompleks V). Syntaza ATP różni się wydajnością syntezy ATP w zależności od organizmu, w którym występuje, a także licznych czynników. Jednak przyjmuje się, że przepływ ok. 3,3 protonów przez syntazę ATP umożliwia syntezę jednej cząsteczki ATP. Na schemacie przedstawiono kompleksy białkowe łańcucha transportu elektronów oraz syntazę ATP wraz ze związkami chemicznymi, które je hamują – naturalne (gracylina, resweratrol) oraz syntetyczne (metformina, werteporfina, mitotan).

W warunkach fizjologicznych w komórce utrzymywany jest stosunek ilościowy AMP : ADP : ATP = 1 : 10 : 100. Metformina, stosowana w leczeniu cukrzycy typu 2., zmienia ten stosunek ilościowy, a to z kolei wywołuje efekt terapeutyczny, w którym pośredniczy kinaza białkowa aktywowana przez AMP (AMPK, ang. AMP-activated protein kinase).

ZADANIE 15.


cytoplazma
łańcuch transportu elektronów
przestrzeń międzybłonowa
4H⁺
4H⁺
2H⁺
nH⁺
CoQ
Cyt c
I
II
III
IV
V
2e⁻
2e⁻
syntaza ATP
macierz mitochondrialna
NADH
NAD⁺ + 2H⁺
FADH₂
FAD + 2H⁺
[2H⁺ + 1/2O₂ + 2e⁻ → H₂O] x 2
ADP
ATP
inhibitory
metformina
gracylina
werteporfina
mitotan
resweratrol

ZADANIE 15.

Zadanie 15.1. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały prawidłowe informacje. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Sposób syntezy ATP w procesie chemiosmozy to fosforylacja (***oksydacyjna*** / *substratowa*). W wyniku jednego obrotu cyklu Krebsa w macierzy mitochondrialnej powstają 3 NADH oraz 1 $FADH_2$, co prowadzi do syntezy ok. 11 cząsteczek ATP. Całkowite zahamowanie działania kompleksu II przez gracylinę spowoduje zmniejszenie liczby wytwarzanych cząsteczek ATP o (***ok. 2 cząsteczki*** / *ok. 6 cząsteczek*) na każdy obrót cyklu Krebsa.

ZADANIE 15.

Zadanie 15.2. (0-1)

Określ, wybierając spośród A albo B, jak metformina zmienia wydajność syntezy ATP przez syntazę ATP i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Pod wpływem metforminy liczba cząsteczek ATP ulegających syntezie przez syntazę ATP

A.	zwiększa się	ponieważ	**1.**	zwiększa się stężenie NADH w macierzy mitochondrialnej.
			2.	zmniejsza się liczba protonów przenoszonych z macierzy mitochondrialnej do przestrzeni międzybłonowej.
B.	zmniejsza się		**3.**	kompleksy III i IV mogą przenosić protony z macierzy mitochondrialnej do przestrzeni międzybłonowej.

ZADANIE 15.

Zadanie 15.3. (0-1)

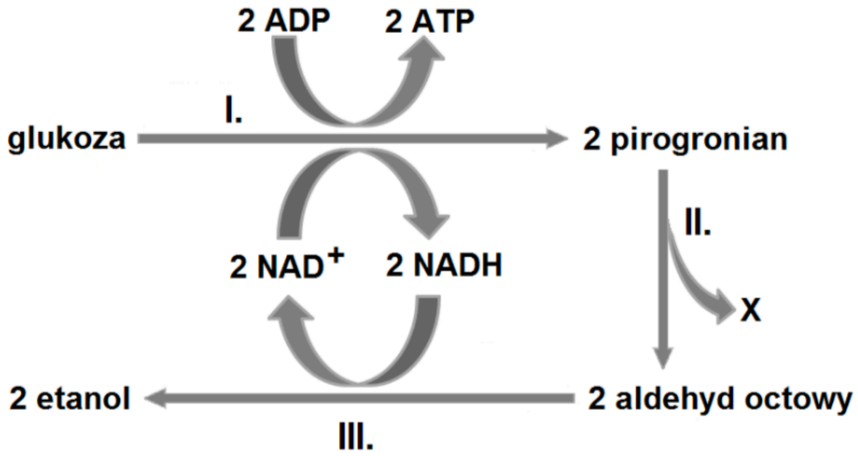
Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały prawidłowe informacje. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Bezpośrednim skutkiem działania metforminy jest (*zmniejszenie* / ***zwiększenie***) stężenia NADH w macierzy mitochondrialnej. Pośrednio jednak metformina powoduje aktywację AMPK, ponieważ powoduje (*zmniejszenie* / ***zwiększenie***) ilości AMP w stosunku do ATP. Jednym z efektów działania AMPK jest zwiększenie pobierania glukozy z krwiobiegu oraz (*zmniejszenie* / ***zwiększenie***) intensywności glikolizy.

ZADANIE 16.

Zadanie 16.

Na schemacie przedstawiono proces beztlenowego uzyskiwania energii - fermentacji alkoholowej, który przeprowadzają między innymi drożdże.



Zadanie 16.1. (0-1)

Podaj nazwę etapu oznaczonego na schemacie I. oraz nazwę rodzaju fosforylacji, w wyniku której powstaje w tym etapie ATP.

Nazwa etapu: **glikoliza** Fosforylacja: **substratowa**

ZADANIE 16.

Zadanie 16.2. (0-1)

Podaj nazwę lub wzór związku chemicznego oznaczonego na schemacie literą X.

dwutlenek węgla / tlenek węgla(IV) / CO_2

Zadanie 16.3. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby zawierało informacje prawdziwe. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

W etapie procesu oznaczonym III. dzięki (***redukcji*** / *utlenianiu*) aldehydu octowego odnawiany jest zapas (*ADP* / *ATP* / ***NAD^+*** / *NADH*), co umożliwia (***utlenianie*** / *redukcję*) kolejnych cząsteczek (***glukozy*** / *pirogronianu*).

ZADANIE 16.

Zadanie 16.4. (0-2)

Oceń, czy podane informacje dotyczące fermentacji alkoholowej są prawdziwe. Zaznacz literę P, jeśli informacja jest prawdziwa, lub literę F – jeśli jest fałszywa.

1.	Fermentacja alkoholowa jest procesem o charakterze katabolicznym.	**P**	**F**
2.	Miejscem przebiegu fermentacji alkoholowej w komórkach drożdży jest mitochondrium.	**P**	**F**
3.	Związek X można wykryć wykorzystując wodę wapienną.	**P**	**F**

ZADANIE 17.

Zadanie 17.

Fermentacja mleczanowa jest beztlenowym procesem uzyskiwania energii, w którym rozkładowi do kwasu mlekowego ulega glukoza. Proces ten mogą przeprowadzać komórki bakterii mlekowych, ale proces ten zachodzi też w organizmie człowieka.

Zadanie 17.1. (0-2)

Na podstawie własnej wiedzy podaj:

1. **przykład komórki występującej w komórkach człowieka, która ze względu na brak mitochondriów przeprowadza fermentację mleczanową zamiast oddychania tlenowego**

erytrocyty / krwinki czerwone

2. **nazwę narządu, który uzyskuje energię na drodze fermentacji mleczanowej w warunkach niedostatecznej podaży tlen**

mięsień szkieletowy / mięśnie szkieletowe

ZADANIE 17.



Zadanie 17.2. (0-2)

Oceń, czy podane informacje dotyczące fermentacji mleczanowej są prawdziwe. Zaznacz literę P, jeśli informacja jest prawdziwa, lub literę F – jeśli jest fałszywa.

1.	Wydajność energetyczna fermentacji jest znacznie mniejsza niż oddychania tlenowego.	**P**	**F**
2.	Powstający w fermentacji mlekowej mleczan jest transportowany do wątroby, gdzie ulega przekształceniu do pirogronianu.	**P**	**F**
3.	Proces ten jest masowo wykorzystywany przy produkcji serów, jogurtów, kefiru.	**P**	**F**